

Universidade de Aveiro  
Dep. de Electrónica e Telecomunicações

Licenciaturas em Engenharia de Electrónica e Telecomunicações e  
Engenharia de Computadores e Telemática

Sistemas de Tempo-Real – 5º ano

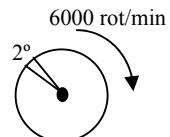
**Teste teórico**  
(duração 1h30)  
2004/01/20

**1- (1 valor)** Dê uma definição de *sistema de tempo-real*.

**2- (1 valor)** Enumere, justificando, pelo menos 3 aspectos de sistemas computacionais que influenciam o respectivo comportamento temporal.

**3- (1 valor)** Comente com um parágrafo simples a seguinte expressão: *O Linux não é um sistema operativo de tempo-real e como tal não pode ser usado em nenhuma aplicação de controlo em malha fechada envolvendo um PC.*

**4- (2 valores)** Considere um motor de explosão com injecção electrónica a girar à velocidade de 6000 rot/min. Tendo em conta que o instante de disparo da injecção deve ser feito com o veio do motor numa determinada posição angular com uma tolerância de  $\pm 1$  grau, qual a taxa a que o sistema de injecção deve amostrar o ângulo do veio para conseguir detectar a posição de disparo, com a precisão indicada? (considere que a amostragem não sofre *jitter*)



**5- (1 valor)** Considere uma tarefa periódica caracterizada por um período de 10ms, uma activação inicial aos 25ms e uma deadline relativa de 5ms. Calcule os instantes absolutos das *deadlines* das primeiras 3 instâncias.

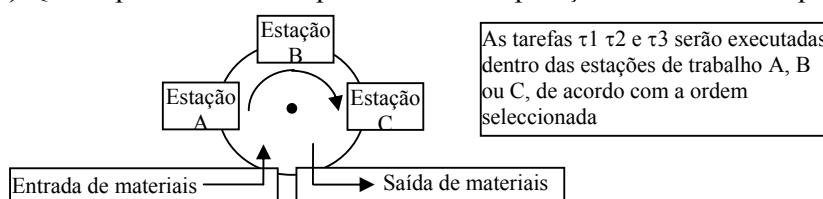
**6- (3 valores)** Uma determinada máquina industrial tem um ciclo de operação durante o qual têm de ser executadas 3 tarefas, todas elas sem interrupção. Essas tarefas ficam todas prontas a executar no início do ciclo mas cada uma tem a sua *deadline* relativa e tempo de execução de acordo com a lista seguinte. Determine:

$$\tau_1 \rightarrow C_1=6, D_1=10$$

$$\tau_2 \rightarrow C_2=2, D_2=5$$

$$\tau_3 \rightarrow C_3=4, D_3=12$$

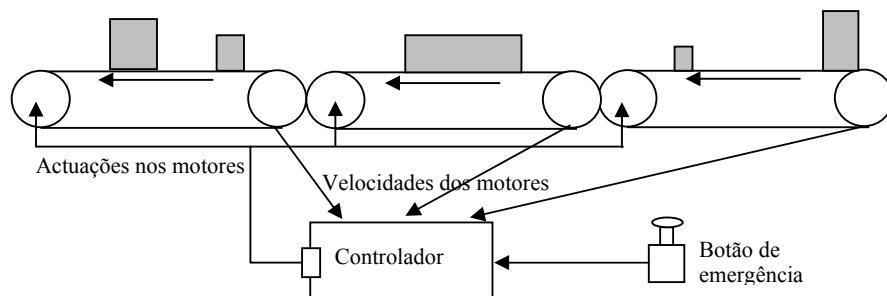
- (2)** Quais as sequências possíveis de execução das 3 tarefas, isto é, que cumprem as respectivas *deadlines*? (construa a árvore de escalonamento com *branch and bound*)
- (1)** Qual o período mínimo para o ciclo de operação da referida máquina?



**7- (11 valores)** Um sistema de tapetes rolantes numa determinada indústria tem 3 tapetes encadeados para transportar cargas variáveis. Por forma a que não haja choques entre materiais nele transportados, as respectivas velocidades são controladas em malha fechada por um controlador centralizado, sendo ainda efectuado um controlo global para garantir que os 3 tapetes rolam à mesma velocidade. Existe ainda um botão de emergência que deverá ser atendido pelo controlador que deverá parar de imediato os vários tapetes em simultâneo. O controlador está construído sobre um sistema de tempo-real e usa 4 tarefas periódicas para as 4 malhas de controlo e uma aperiódica para atendimento do botão de emergência. As características das tarefas em termos de tempo de execução, período e deadline estão representadas na lista seguinte (unidade ms):

- $\tau_1 \rightarrow C_1=3, D_1=T_1=10$  (malha de controlo do tapete 1)
- $\tau_2 \rightarrow C_2=3, D_2=T_2=10$  (malha de controlo do tapete 2)
- $\tau_3 \rightarrow C_3=3, D_3=T_3=10$  (malha de controlo do tapete 3)
- $\tau_4 \rightarrow C_4=2, D_4=T_4=100$  (controlo global do conjunto)
- $\tau_a \rightarrow C_a=1, D_a=3, m_{it_a}=1000$  (atendimento do botão de emergência)

- a) (2) Determine se o conjunto das tarefas periódicas é escalonável usando o critério *Rate Monotonic* baseado em taxa de utilização
- b) (2) Considere as tarefas periódicas todas activadas em simultâneo no instante  $t=0$ . Determine os respectivos tempos de resposta.
- c) (2) Esboce um gráfico de Gantt da execução das tarefas periódicas durante o tempo necessário à verificação da escalonabilidade do conjunto.
- d) (1) Indique uma forma de conseguir que o tempo de resposta das tarefas 1 a 3, isto é, o tempo que vai desde a respectiva activação até à terminação, seja de 3ms sem alterar o *hardware*.
- e) (2) Para efectuar a execução da tarefa aperiódica pretende-se utilizar um servidor adequado. Diga que tipo de servidor poderá ser usado, qual a prioridade a que deverá ser executado e quais as respectivas características.
- f) (2) Sabendo que as tarefas comunicam o respectivo valor de actuação (*output*) através de uma porta de I/O comum a todas (inclusivé a aperiódica), e que esta porta de I/O é usada em modo exclusivo durante 1ms, qual o bloqueio que esse facto poderá causar às várias tarefas, se se usar semáforos com o protocolo *Priority Inheritance Protocol*?



*Aceitar desafios faz-nos crescer*, autor anónimo!